

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-109729

(43)Date of publication of application : 12.04.2002

(51)Int.Cl.

G11B 5/851
G23C 14/34

(21)Application number : 2000-295288

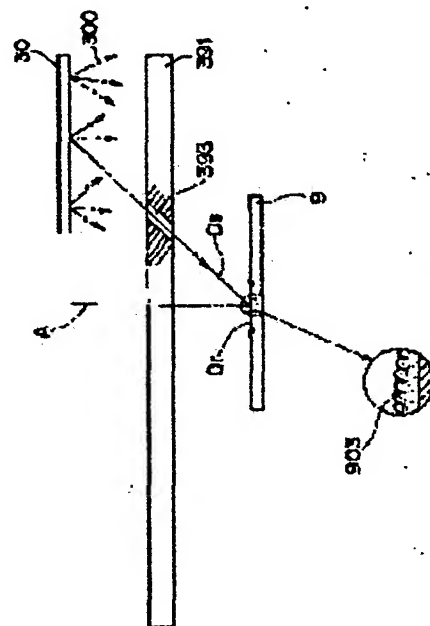
(71)Applicant : ANELVA CORP

(22)Date of filing : 27.09.2000

(72)Inventor : ENDO TETSUYA
SAKAI MIHO
WATANABE NAOKI**(54) METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING MAGNETIC FILM AND METHOD FOR MANUFACTURING MAGNETIC RECORDING DISK****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To impart magnetic anisotropy on a magnetic film without texturing in manufacture of a magnetic recording disk.

SOLUTION: Gas is introduced into a magnetic film producing chamber 1 through a gas introducing system 12, and sputter discharge is produced by using a sputter power source, so that a target 30, which is composed of magnetic materials, is sputtered and then a magnetic film is generated on the surface of a substrate 9. A direction controller 391 is provided to launch part of sputter particles 300 on the surface of the substrate 9 as much as possible, the part of which is emitted from the target 30 by sputtering and travels toward the surface of the substrate 9 in a selected slanting direction D_s having the direction component of a direction D_r to increase coercive force. The direction controller 391 is a board-shaped device having many long through holes 393 in the selected direction D_s . During generating of a film, the target 30 and the direction controller 391 rotate together about the rotation axis, which is coaxial with the center axis of the substrate 9.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-109729

(P2002-109729A)

(43) 公開日 平成14年4月12日 (2002.4.12)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマト* (参考)

G 1 1 B 5/851

G 1 1 B 5/851

4 K 0 2 9

C 2 3 C 14/34

C 2 3 C 14/34

P 5 D 1 1 2

S

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-295288(P2000-295288)

(22) 出願日 平成12年9月27日 (2000.9.27)

(71) 出願人 000227294

アネルバ株式会社

東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72) 発明者 遠藤 徹哉

東京都府中市四谷5丁目8番1号アネルバ株式会社内

(72) 発明者 坂井 美保

東京都府中市四谷5丁目8番1号アネルバ株式会社内

(74) 代理人 100097548

弁理士 保立 浩一

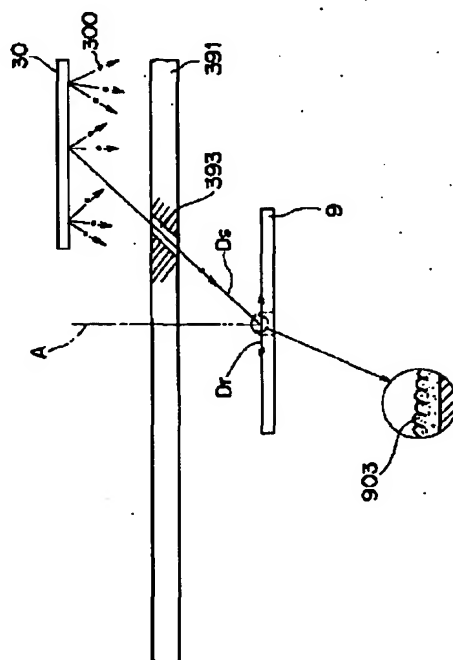
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁性膜作成方法及び磁性膜作成装置並びに磁気記録ディスク製造方法

(57) 【要約】

【課題】 磁気記録ディスクの製造において、テクスチャを設けることなしに磁性膜に磁気異方性を付与することができるようにする。

【解決手段】 磁性膜作成チャンバー1内にガス導入系12によりガスを導入し、スパッタ電源によりスパッタ放電を生じさせ、磁性材料より成るターゲット30をスパッタして基板9の表面に磁性膜を作成する。スパッタによりターゲット30から放出されるスパッタ粒子300のうち、保磁力を強くする方向Drに方向成分を持つとともに基板9の表面に対して斜めの選択方向Dsに飛行するスパッタ粒子300を多く基板9の表面に入射させる方向規制具391が設けられている。方向規制具391は、選択方向Dsに長い貫通孔393を多数有する板状の部材である。成膜中、基板9の中心軸と同軸の回転軸の周りにターゲット30及び方向規制具391が一体に回転する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁性材料より成るターゲットをスパッタして基板の表面に磁性膜を作成する磁性膜作成方法であって、
スパッタによりターゲットから放出されるスパッタ粒子のうち、保磁力又は磁化の強さを強くする方向である強化方向に沿った基板の表面上の仮想線と基板の表面の法線とによって形成される仮想面上に沿った方向であって、基板の表面の法線に対して 0 度より大きい所定の角度を成す方向である選択方向に飛行するスパッタ粒子を選択的に多く基板に入射させて磁性膜を作成することを特徴とする磁性膜作成方法。

【請求項 2】 非磁性材料より成るターゲットをスパッタして下地膜を作成した後、前記磁性膜を作成する磁性膜作成方法であって、
下地膜の作成の際、同様に、スパッタによりターゲットから放出されるスパッタ粒子のうち前記選択方向に飛行するスパッタ粒子を選択的に多く基板に入射させて下地膜を作成することを特徴とする請求項 1 記載の磁性膜作成方法。

【請求項 3】 磁性材料より成るターゲットをスパッタして基板の表面に磁性膜を作成する磁性膜作成装置であって、
スパッタによりターゲットから放出されるスパッタ粒子を選択的に通過させることにより磁性膜に磁気異方性を与える方向規制具がターゲットと基板との間に設けられており、
方向規制具は、保磁力又は磁化の強さを強くする方向である強化方向に沿った基板の表面上の仮想線と基板の表面の法線とによって形成される仮想面上に沿った方向であって、基板の表面の法線に対して 0 度より大きい所定の角度を成す方向である選択方向に飛行するスパッタ粒子を選択的に通過させるものであることを特徴とする磁性膜作成装置。

【請求項 4】 非磁性材料より成るターゲットをスパッタして下地膜を作成した後、前記磁性膜を作成する磁性膜作成装置であって、
前記方向規制具と同様の方向規制具が前記非磁性材料より成るターゲットと基板との間に設けられており、この方向規制具は、下地膜の作成の際、同様に、スパッタによりターゲットから放出されるスパッタ粒子のうち前記選択方向に飛行するスパッタ粒子を選択的に多く基板に入射させて下地膜を作成するものであることを特徴とする請求項 3 記載の磁性膜作成装置。

【請求項 5】 前記方向規制具は、前記選択方向に延びて貫通した貫通孔を多数有するものであることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の磁性膜作成装置。

【請求項 6】 前記基板は磁気記録ディスク用の基板であり、固定された基板に対してターゲット及び方向規制具の組を一体に回転させるか、又は、固定されたターゲ

ット及び方向規制具の組に対して基板を回転させる回転機構が設けられていることを特徴とする請求項 3、4 又は 5 記載の磁性膜作成装置。

【請求項 7】 前記多数の貫通孔は、基板の表面のうち、中心に近い点に入射するスパッタ粒子を通過させる貫通孔の数より、中心から遠い点に入射するスパッタ粒子を通過させる貫通孔の数の方が多くなるよう分布していることを特徴とする請求項 6 記載の磁性膜作成装置。

【請求項 8】 前記基板は磁気記録ディスク用の基板であり、前記強化方向は、基板と同軸の円周に接する接線方向であることを特徴とする請求項 3、4 又は 5 に記載の磁性膜作成装置。

【請求項 9】 前記貫通孔は、基板の径方向の幅が前記接線方向の幅に比べて小さいものであることを特徴とする請求項 8 記載の磁性膜作成装置。

【請求項 10】 基板の表面に記録層用の磁性膜を作成する磁性膜作成工程を有する磁気記録ディスクの製造方法であって、
前記磁性膜作成工程は、磁性材料より成るターゲットをスパッタして基板の表面に磁性膜を作成するものであり、
スパッタによりターゲットから放出されるスパッタ粒子のうち、基板と同軸の円周に接する接線と基板の表面の法線とによって形成される仮想面上に沿った方向であって、基板の表面の法線に対して 0 度より大きい所定の角度を成す方向である選択方向に飛行するスパッタ粒子を方向規制具により選択的に多く基板に入射させるとともに、ターゲットと方向規制具の組又は基板のどちらかを回転させながら前記磁性膜を作成することを特徴とする磁気記録ディスクの製造方法。

【請求項 11】 前記磁性膜作成工程は、非磁性材料より成るターゲットをスパッタして下地膜を作成した後、前記磁性膜を作成するものあり、
下地膜の作成の際、同様に、スパッタによりターゲットから放出されるスパッタ粒子のうち前記選択方向に飛行するスパッタ粒子を方向規制具により選択的に多く基板に入射させるとともに、ターゲットと方向規制具の組又は基板のどちらかを回転させながら下地膜を作成することを特徴とする請求項 10 記載の磁気記録ディスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本願の発明は、磁気記録ディスク等の製造において行われている磁性膜の作成に関する。

【0002】

【従来の技術】 ハードディスクやフロッピー（登録商標）ディスクのような磁気記録ディスクは、コンピュータの外部記憶装置として広く用いられている。このような磁気記録ディスクは、基本的には、ディスク状の基板

と、基板に対して設けた記録層用の磁性膜とからなる構造である。磁気記録ディスクの製造について、ハードディスクの場合を例にして説明する。ハードディスクを製造する場合、アルミニウム等で形成された基板の表面に、メッキ法によりニッケル燐 (NiP) 膜を作成する。そして、その上に下地膜として CoCr 膜等を作成し、その上に記録層用の磁性膜として CoCrTa 膜等を作成する。さらにその磁性膜の上に保護膜としてダイヤモンドに近い構造を持つカーボン膜 (Diamond-like-carbon 膜, DLC 膜) を作成する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述したハードディスク等の磁気記録ディスクの製造においては、記録密度を向上させる観点から、限界が指摘されている。この点について、以下に説明する。

【0004】 近年のハードディスクの面記録密度は、驚異的な勢いで伸びている。現在の面記録密度は 35 ギガビット／平方インチ程度になっており、将来的には 100 ギガビット／平方インチに達するとされている。面記録密度の向上には、現在一般的な長手方向記録の場合、一つの磁区 (ビット) の長さを小さくしたりトラック幅を狭くしたりすることが必要である。ビット長を小さくしたりトラック幅を狭くしたりするには、情報の記録や読み出しを行う磁気ヘッドと記録層との間の間隔 (以下、スペーシングと呼ぶ) を小さくすることが必要である。スペーシングが大きいと、ビット長が小さくなったりトラック幅が狭くなったりした場合、磁区からの磁束を充分捉えきれなくなり、記録や読み出しのエラーにつながる恐れがある。

【0005】 また、面記録密度の向上には、磁化遷移領域の問題も重要である。長手方向記録では、各磁区は長手方向に互いに逆向きに磁化されるが、各磁区の境界部分は、明確な直線状にはならない。これは、磁性膜が小さな結晶粒の集まりで形成されているため、結晶粒の形状に沿って各磁区の境界が形成されるからである。つまり、結晶粒のため境界部分はジグザグ状となる。各磁区の境界部分は、磁化の方向が変わる部分であるため磁化遷移領域と呼ばれるが、境界部分がジグザグ状となるため、ビットの幅方向で平均化すると、磁化の向きは急峻には変化せず、緩やかに変化する状態となる。つまり、磁化遷移領域が大きくなる。磁化遷移領域が大きいと、限られた長さの中に形成できる磁区の数がその分だけ減ってしまう。従って、磁化遷移領域の存在は、記録密度向上のネックの一つとなっている。

【0006】 磁化遷移密度を小さくするには、なるべく小さな結晶粒で磁性膜を作成することが必要になってくる。結晶粒を小さくするには、磁性膜の厚さを薄くすることが一つの方法である。しかしながら、結晶粒を小さくすると、磁化の熱ゆらぎの問題が深刻になってくる。以下、この点について説明する。

【0007】 磁化された磁区は、通常は、逆方向の磁界の印加によらない限り磁化が維持される。しかしながら、実際は、熱ゆらぎによって磁化が経時的に僅かずつ解消してしまう。従って、磁区が絶対零度に冷却されない限り、永久的な磁化状態の保持というのは不可能である。磁気記録ディスクにおいて、この熱ゆらぎの問題が極端に現れると、記憶した情報が数年後に部分的に消滅するという事態になり得る。磁気記録ディスクが半永久的なデータ保存用として用いられている場合、この事態は深刻である。

【0008】 熱ゆらぎは、磁化された粒子が熱振動によって逆向きに反転して磁化されてしまう熱磁気緩和現象である。特に、磁化遷移領域に近い場所の磁化粒子は、隣接する磁区からの反転磁界の影響を受け、逆向きに反転磁化される熱磁気緩和が生じやすい。このような熱ゆらぎは、磁気記録用の磁性膜では、結晶粒が小さくなると、各結晶粒が熱的に不安定になり易いため生じ易い。従って、熱ゆらぎの問題を解決しなければ、結晶粒を小さくすることによる磁化遷移の急峻化も困難となってしまう。

【0009】 熱ゆらぎの問題を解決する方法として、磁性膜に磁気異方性を与えることが有効であることが最近になって判ってきた。磁気異方性とは、磁化する際の磁界の方向によって、同じ磁界強度でも磁化の強さが異なってくることである。もしくは、保磁力の強さが磁化の方向によって異なると表現することも可能である。磁気異方性を与える手段としては、磁性膜を構成する各結晶の配列に方向性を与えることが現在考えられている。つまり、各結晶粒における結晶の配列がばらばらな方向なのではなく、ある程度同じ方向にそろえるようにする。このようにすると、そのようにそろえた結晶の配列方向に一致した方向で磁化すると、それとは異なる方向で磁化された場合に比べ、保磁力が強くなる。即ち、磁気異方性が達成される。

【0010】 結晶の配列に方向性を持たせる方法としては、薄膜を作成する際の下地に、機械的に微細な溝を形成する方法がある。微細な溝が形成された表面に薄膜を堆積させると、各結晶の配列が溝の方向に向き易く、溝の方向に磁気異方性を得ることができる。尚、このような磁気異方性を与えるための機械的な形状を、本明細書では「テクスチャ」と呼ぶ。

【0011】 例えば、前述したハードディスクの製造プロセスでは、ニッケル燐膜の表面に微細な溝を多数形成してテクスチャとする。ハードディスクドライブでは、磁気ヘッドに対して、ディスクをその中心軸の周りに回転させながら情報の記録及び読み出しを行うので、磁化の方向も周方向 (正確にはディスクの中心軸を中心とする円の接線方向) となることが多い。従って、磁気異方性も周方向とされる。このため、テクスチャは、基板の中心軸と同軸の円周状の微細な溝とされる。基板の径方

向の断面で見ると、この微細な溝は、鋸波状である。このようなテクスチャが形成されたニッケル燐膜の上に作成される下地膜は、結晶の配列が前述した通り周方向に向き易く、これに伴い、その上に作成される磁性膜の結晶の配列も周方向に向き易い。この結果、磁性膜には、周方向の保磁力が強くなる磁気異方性が与えられる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したテクスチャによる磁気異方性の付与は、スペーシングの低減という課題から問題が指摘されている。以下、この点について図8を使用して説明する。図8は、従来の技術の課題について説明する図である。

【0013】上述した通り、面記録密度の向上のためには、スペーシングの低減が必要である。しかしながら、テクスチャの存在は、スペーシングの低減を阻害する要因となる。つまり、テクスチャがあると、図8に示すように、記録層用の磁性膜の表面901も、テクスチャの形状を反映した凹凸になる。この場合、凸の部分では、磁気ヘッド902との距離（スペーシングS）をある程度小さくできても、凹の部分では、テクスチャの高さ（又は深さ）の分があるため、スペーシングSが大きくなってしまふ。従って、この部分では、記録や読み出しが不安定になる恐れがある。

【0014】凹の部分でもスペーシングSが小さくなるよう磁気ヘッド902を磁性膜の表面901にさらに近づけると、磁性膜の上側の保護膜等（不図示）接触することになってしまう。この結果、磁気ヘッド902が磁気記録ディスク表面に吸着されてしまうエラーや、磁気記録ディスクの表面を傷つけたりする問題が生じる恐れがある。

【0015】このような問題は、磁気記録ディスクの表面に潤滑膜を設けることである程度解消することができるが、いずれにしても、テクスチャがある限り、テクスチャの高さ（又は深さ）よりもスペーシングを小さくすることは不可能である。従って、テクスチャを設けることなく磁気異方性を確保することができる新しい技術の開発が強く望まれている。本願の発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、テクスチャを設けることなしに磁性膜に磁気異方性を付与することができる新規な構成を提供する技術的意義がある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本願の請求項1記載の発明は、磁性材料より成るターゲットをスパッタして基板の表面に磁性膜を作成する磁性膜作成方法であって、スパッタによりターゲットから放出されるスパッタ粒子のうち、保磁力又は磁化の強さを強くする方向である強化方向に沿った基板の表面上の仮想線と基板の表面の法線とによって形成される仮想面上に沿った方向であって、基板の表面の法線に対して0度より大きい所定の角度を成す方向である選択方向に

飛行するスパッタ粒子を選択的に多く基板に入射させて磁性膜を作成するという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項2記載の発明は、前記請求項1の構成において、非磁性材料より成るターゲットをスパッタして下地膜を作成した後、前記磁性膜を作成する磁性膜作成方法であって、下地膜の作成の際、同様に、スパッタによりターゲットから放出されるスパッタ粒子のうち前記選択方向に飛行するスパッタ粒子を選択的に多く基板に入射させて下地膜を作成するという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項3記載の発明は、磁性材料より成るターゲットをスパッタして基板の表面に磁性膜を作成する磁性膜作成装置であって、スパッタによりターゲットから放出されるスパッタ粒子を選択的に通過させることにより磁性膜に磁気異方性を与える方向規制具がターゲットと基板との間に設けられており、方向規制具は、保磁力又は磁化の強さを強くする方向である強化方向に沿った基板の表面上の仮想線と基板の表面の法線とによって形成される仮想面上に沿った方向であって、基板の表面の法線に対して0度より大きい所定の角度を成す方向である選択方向に飛行するスパッタ粒子を選択的に通過させるものであるという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項4記載の発明は、前記請求項3の構成において、非磁性材料より成るターゲットをスパッタして下地膜を作成した後、前記磁性膜を作成する磁性膜作成装置であって、前記方向規制具と同様の方向規制具が前記非磁性材料より成るターゲットと基板との間に設けられており、この方向規制具は、下地膜の作成の際、同様に、スパッタによりターゲットから放出されるスパッタ粒子のうち前記選択方向に飛行するスパッタ粒子を選択的に多く基板に入射させて下地膜を作成するものであるという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項5記載の発明は、前記請求項3又は4の構成において、前記方向規制具は、前記選択方向に延びて貫通した貫通孔を多数有するものであるという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項6記載の発明は、前記請求項3、4又は5の構成において、前記基板は磁気記録ディスク用の基板であり、固定された基板に対してターゲット及び方向規制具の組を一体に回転させるか、又は、固定されたターゲット及び方向規制具の組に対して基板を回転させる回転機構が設けられているという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項7記載の発明は、前記請求項6の構成において、前記多数の貫通孔は、基板の表面のうち、中心に近い点に入射するスパッタ粒子を通過させる貫通孔の数より、中心から遠い点に入射するスパッタ粒子を通過させる貫通孔の数の方が多くなるよう分布しているという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項8記載の発明は、前記請求項3、4又は5の構成において、前記基板は磁気記録ディスク用の基板であり、前記強化方向は、基板と同軸の円

周に接する接線方向であるという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項 9 記載の発明は、前記請求項 8 の構成において、前記貫通孔は、基板の径方向の幅が前記接線方向の幅に比べて小さいものであるという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項 10 記載の発明は、基板の表面に記録層用の磁性膜を作成する磁性膜作成工程を有する磁気記録ディスクの製造方法であって、前記磁性膜作成工程は、磁性材料より成るターゲットをスパッタして基板の表面に磁性膜を作成するものであり、スパッタによりターゲットから放出されるスパッタ粒子のうち、基板と同軸の円周に接する接線と基板の表面の法線とによって形成される仮想面上に沿った方向であって、基板の表面の法線に対して 0 度より大きい所定の角度を成す方向である選択方向に飛行するスパッタ粒子を方向規制具により選択的に多く基板に入射させるとともに、ターゲットと方向規制具の組又は基板のどちらかを回転させながら前記磁性膜を作成するという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項 11 記載の発明は、前記請求項 10 の構成において、前記磁性膜作成工程は、非磁性材料より成るターゲットをスパッタして下地膜を作成した後、前記磁性膜を作成するものあり、下地膜の作成の際、同様に、スパッタによりターゲットから放出されるスパッタ粒子のうち前記選択方向に飛行するスパッタ粒子を方向規制具により選択的に多く基板に入射させるとともに、ターゲットと方向規制具の組又は基板のどちらかを回転させながら下地膜を作成するという構成を有する。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本願発明の実施の形態（以下、実施形態）について説明する。以下の説明では、従来の技術の説明と同様、磁気記録ディスクの製造用の磁性膜作成装置について採り上げる。

【0018】図 1 は、本願発明の実施形態に係る磁性膜作成装置の概略構成を示す平面図である。本実施形態の装置は、インライン式の装置になっている。インライン式とは、複数のチャンバーが一列に縦設され、それらのチャンバーを経由して基板の搬送路が設定されている装置の総称である。本実施形態の装置では、複数のチャンバー 1、81、82、83、84、85、86、87 が方形の輪郭に沿って縦設されており、これに沿って方形の搬送路が設定されている。

【0019】各チャンバー 1、81、82、83、84、85、86、87 は、専用又は兼用の排気系によって排気される真空容器である。各チャンバー 1、81、82、83、84、85、86、87 の境界部分には、ゲートバルブ 10 が設けられている。基板 9 は、キャリア 2 に搭載されて図 1 中不図示の搬送機構によって搬送路に沿って搬送されるようになっている。複数のチャンバー 1、81、82、83、84、85、86、87 のうち、方形の一辺に隣接して配置された二つのチャンバ

ー 81、82 が、キャリア 2 への基板 9 の搭載を行うロードロックチャンバー 81 及びキャリア 2 からの基板 9 の回収を行うアンロードロックチャンバー 82 になっている。

【0020】また、方形の他の三辺に配置されたチャンバー 1、83、84、85、86 は、各種処理を行う処理チャンバーになっている。具体的には、薄膜の作成の前に基板 9 を予め加熱するプリヒートチャンバー 83 と、プリヒートされた基板 9 に下地膜を作成する下地膜作成チャンバー 84 と、下地膜の作成された基板 9 に磁性膜を作成する磁性膜作成チャンバー 1 と、磁性膜の上に保護膜を作成する保護膜作成チャンバー 85 とが設けられている。また、方形の角の部分のチャンバー 87 は、基板 9 の搬送方向を 90 度転換する方向転換機構を備えた方向転換チャンバーになっている。

【0021】キャリア 2 は、基板の周縁を数カ所で接触保持して基板 9 を保持するものである。搬送機構は、磁気結合方式により動力を真空側に導入してキャリア 2 を移動させる。キャリア 2 は、搬送ラインに沿って並べられた多数の従動ローラに支持されながら移動する。このようなキャリア 2 及び搬送機構の構成としては、特開平 8-274142 号公報に開示された構成を採用することができる。

【0022】次に、本実施形態の装置の大きな特徴点を成す磁性膜作成チャンバー 1 の構成について図 2 を使用して説明する。図 2 は、磁性膜作成チャンバー 1 の構成を説明する側面断面概略図である。

【0023】磁性膜作成チャンバー 1 は、内部を排気する排気系 11 と、内部にプロセスガスを導入するガス導入系 12 と、内部の空間に被スパッタ面を露出させて設けたターゲット 30 を有するカソードユニット 3 と、ターゲット 30 にスパッタ放電用の電圧を印加するスパッタ電源（図 2 中不図示）と、ターゲット 30 の背後に設けられた磁石機構 5 とを備えている。

【0024】排気系 11 は、クライオポンプ等の真空ポンプを備えており、磁性膜作成チャンバー 1 内を 10^{-6} Pa 程度まで排気可能に構成されている。ガス導入系 12 は、プロセスガス（処理に用いるガス）としてアルゴン等のガスを所定の流量で導入できるよう構成されている。本実施形態では、基板 9 の両面に同時に成膜するため、キャリア 2 に保持された基板 9 の両側にカソードユニット 3 が配置されている。カソードユニット 3 は、ターゲット 30 や磁石機構 5 を含んでいる。

【0025】ガス導入系 12 によってプロセスガスを導入しながら排気系 11 によって磁性膜作成チャンバー 1 内を所定の圧力に保ち、この状態で図 2 中不図示のスパッタ電源を動作させる。この結果、スパッタ放電が生じてターゲット 30 がスパッタされ、スパッタされたターゲット 30 の材料が基板 9 に達して基板 9 の表面に所定の磁性膜が作成される。例えば、ターゲット 30 は Co

C r T a で形成され、基板 9 の表面に C o C r T a 膜が作成される。

【0026】尚、本実施形態では、後述するように三つのターゲット 30 が使用されている。三つのターゲット 30 は、C o C r T a のような全て同じ材料で形成される場合もあるが、異種の材料の複数のターゲット 30 を同時にスパッタして目的とする組成の薄膜を作成する場合のように、異種材料より成るターゲット 30 を使用する場合もある。また、ターゲット 30 の数は三つ以上とされる場合もある。

【0027】本実施形態の大きな特徴点は、上記スパッタの際、ターゲット 30 から放出されるスパッタ粒子を選択的に通過させることにより磁性膜に磁気異方性を与える方向規制具 391 がターゲット 30 と基板 9 との間に設けられているとともに、固定された基板 9 に対してターゲット 30 及び方向規制具 391 の組を一体に回転させる回転機構が設けられている点である。以下、この点について具体的に説明する。

【0028】まず、方向規制具 391 について説明する。方向規制具 391 は、全体として板状の部材である。図 2 に示すように、方向規制具 391 は、カソードユニット 3 の基板 9 を臨む面（以下、前面）の前方に設けられている。方向規制具 391 は、カソードユニット 3 の前面と平行である。方向規制具 391 は、仕切板 392 を介してカソードユニット 3 の前面に取り付けられている。図 3 は、仕切板 392 及び方向規制具 391 の斜視概略図である。図 3 では、仕切板 392 の構成を説明するため、方向規制具 391 を仕切板 392 から離して図示されているが、実際には、方向規制具 391 は仕切板 392 に固定されている。

【0029】図 3 に示すように、仕切板 392 は、カソードユニット 3 の前面の中心から三つに分岐して延びる形状である。分岐した各部の間隔は等しい角度（120 度）である。図 3 から解るように、本実施形態では、カソードユニット 3 は、三つのターゲット 30 を有している。仕切板 392 は、三つのターゲット 30 を丁度仕切るようにカソードユニット 3 に取り付けられている。方向規制具 391 は、カソードユニット 3 の前面とほぼ同じ径の円盤状である。方向規制具 391 は、カソードユニット 3 と同軸になっている。尚、基板 9 も、成膜の際には、方向規制具 391 及びカソードユニット 3 と同軸上に位置する。

【0030】方向規制具 391 は、スパッタによってターゲット 30 から放出されるスパッタ粒子のうち、特定の方向に飛行するスパッタ粒子のみを選択的に通過させるものである。具体的には、方向規制具 391 は、カソードユニット 3 側の面から基板 9 側の面に貫通する貫通孔 393 を多数有している。図 3 では、方向規制具 391 の表面のうちの 1/3 の領域についてのみ貫通孔 393 が描かれているが、実際には全面に設けられている。

【0031】図 4 を使用して、方向規制具 391 の構成についてさらに詳しく説明する。図 4 は、方向規制具 391 が有する貫通孔 393 の構成について説明する斜視模式図である。

【0032】前述したように、ハードディスクのような磁気記録ディスクにおいて、熱ゆらぎの問題を抑制するには、磁気記録の際の磁化の方向に保磁力が強くなる磁気異方性を磁性膜に与えることが有効である。本願の発明者の研究によると、このような磁気異方性は、基板 9 の表面に入射するスパッタ粒子の方向をある程度そろえることでも得られることが判ってきた。即ち、発明者の研究によると、基板 9 の表面に入射するスパッタ粒子のうち、基板 9 の表面に対して垂直でなく斜めに多く入射させると、磁気異方性が増すことが判明した。その際、その斜め入射の方向のうち、基板 9 の表面に沿った方向成分が特定の方向にそろっていると、その特定の方向で保磁力が高くなる磁気異方性が得られることが判った。

【0033】さらに具体的に説明すると、長手方向記録の磁気記録ディスクにおいては、磁化の方向は周方向である。従って、磁気異方性を与えるべく保磁力を強くする方向（以下、強化方向）は、微視的に見ると、基板 9 と同軸の円周に接する接線方向（図 4 に D r で示す）である。従って、基板 9 の表面に入射するスパッタ粒子のうち、基板 9 の表面に対して垂直でなく斜めに選択的に多く入射させるとともに、その斜め入射の方向が、基板 9 の表面の方向で見たとき、強化方向 D r に方向成分を持つようにする。別の言い方をすれば、強化方向 D r に沿った基板 9 の表面上の仮想線と基板 9 の表面の法線とによって形成される仮想面上に沿った方向であって、基板 9 の表面の法線に対して 0 度より大きい所定の角度を成す方向に飛行するスパッタ粒子を選択的に多く基板 9 の表面に入射させる。この方向を「選択方向」と呼び、図 4 に D s で示す。

【0034】このような技術思想から、図 4 に示すように、方向規制具 391 の貫通孔 393 は、選択方向 D s の方向に延びて貫通している。図 5 は、方向規制具 391 の作用について説明する側面図である。図 5 は、説明の都合上、基板 9 を水平に配置した状態に変換して図示している。

【0035】図 5 に示すように、ターゲット 30 から放出されるスパッタ粒子 300 は、色々な方向に飛行する。しかしながら、ターゲット 30 と基板 9 との間には、方向規制具 391 があるため、選択方向 D s 又はこれに近い方向に飛行するスパッタ粒子 300 のみが貫通孔 393 を通過して基板 9 に到達し得る。従って、本質的に、選択方向 D s 又はこれに近い方向に飛行して入射したスパッタ粒子 300 のみで磁性膜 903 が堆積することになる。この結果、強化方向 D r に保磁力が高くなる磁気異方性が得られる。

【0036】何故、このような一定方向斜め入射により

磁気異方性が得られるかは、明確ではないが、図5に示すように、一定方向斜め入射によると、その入射方向に磁性膜903が成長し易く、斜めに傾いた微細な凹凸が多数形成されることによるものと推察される。この凹凸の傾きが強化方向に向いているため、強化方向に保磁力が高くなる磁気異方性が得られるものと思われる。いず

れにしても、上記のようなスパッタ粒子の方向規制を行いつつながら成膜を行うと、テクスチャを形成すること無しに高い磁気異方性を得ることができる。表1は、この点を確認した実験の結果について示すものである。

【0037】

【表1】

テクスチャ ／表面粗さ	従来例 (方向規制具無し)	実施形態 (方向規制具有り)
有り／0.5nm	OR=1.2	OR=1.4
無し／0.3nm	OR=1.0	OR=1.2

表1に結果を示す実験は、以下の条件で行われた。

ターゲット30（磁性膜の材料）：CoCrTaPt

スパッタ電力：1kW

基板温度：210℃

膜厚：25nm

尚、テクスチャは、NiPメッキしたアルミニウム製の基板9の表面に深さ0.8nmで形成した。テクスチャを形成しない場合の基板9の表面粗さ（凹凸の平均値）は0.3nm、形成した場合の表面粗さは0.5nmであった。また、表1において、ORは磁気異方性を示し、OR＝（周方向の保磁力）／（径方向の保磁力）である。

【0038】表1に示すように、テクスチャ無しの場合、方向規制具391の無い構成ではOR＝1であり、磁気異方性は得られなかったのに対し、方向規制具391のある構成では、OR＝1.2となり、磁気異方性が得られたことが確認された。そして、テクスチャ有りの場合で方向規制具391を採用すると、OR＝1.4となり、さらに高い磁気異方性が得られることが確認された。このように、方向規制具391を採用すると、テクスチャ無しの場合でも高い磁気異方性が得られるのに加え、テクスチャ有りの場合に方向規制具391を採用すると、さらに磁気異方性が高くなる。

【0039】このように、方向規制具391の採用により高い磁気異方性が得られるものの、方向規制具391による一定方向斜め入射のみでは、基板9の表面に均一に成膜ができないため、ターゲット30及び方向規制具391を一体に回転させる回転機構を設けている。以下、この点について説明する。

【0040】図6は、図2に示すカソードユニット3の詳細を示す断面図である。図2に示す左右のカソードユニット3は同様の構造（基板9を挟んで対称の構造）であり、図6にはそのうち左側のカソードユニット3の詳細が示されている。

【0041】まず、スパッタチャンバー1の側壁部には、カソードユニット3の断面積よりも少し大きな開口が設けられている。カソードユニット3は、この開口に挿通されている。スパッタチャンバー1の側壁部の外面

には、ユニット取付枠6が固定されている。ユニット取付枠6は、図6に示すような段差のある断面形状の円筒である。ユニット取付枠6の端面は、リングのような封止部材60を介してスパッタチャンバー1の側壁部の外面に固定されている。

【0042】ユニット取付枠6の内側には、主ホルダー31が設けられている。主ホルダー31もほぼ円筒であり、ユニット取付枠6と同軸上に設けられている。以下、この主ホルダー31の中心軸を「基準軸」と呼び、図6にAで示す。前述したキャリア2は、基板9の中心軸がこの基準軸Aに一致した状態で停止するようになっている。主ホルダー31の右側の端部には、右ホルダーフランジ311が設けられている。右ホルダーフランジ311には、カソード取付枠32が固定されている。カソード取付枠32は、図6に示すような断面形状のほぼ円筒状であり、基準軸Aと同軸上に設けられている。

【0043】カソード取付枠32の右側の端面はスパッタチャンバー1内に位置し、この端面に空洞形成板33が固定されている。空洞形成板33には、バックギングプレート34が固定されている。バックギングプレート34には、ターゲット30押さえ310によりターゲット30が着脱可能に取り付けられている。即ち、左から順に、空洞形成板33、バックギングプレート34、ターゲット30が重ね合わされ、カソード取付枠32の右端面に固定されている。尚、空洞形成板33及びバックギングプレート34は、ターゲット30より少し大きいほぼ円盤状である。

【0044】図3に示すように、本実施形態では、一つのカソードユニット3に三つのターゲット30が設けられている。各ターゲット30は同じ大きさの円盤状である。各ターゲット30は、基準軸A上の点を中心とする円周上に均等間隔で（即ち、120度毎に）設けられている。空洞形成板33は、バックギングプレート34とともに、空洞330を形成する形状となっている。この空洞330内には、後述するように、冷媒が供給される。

【0045】そして、回転機構は、各ターゲット30を基板9の中心と同軸の回転軸の周り（即ち、基準軸Aの周り）に回転させるものとなっている。回転機構は、上

述した主ホルダー 31 と、主ホルダー 31 を回転させるモータのような回転駆動源 351 等によって構成されている。具体的に説明すると、主ホルダー 31 の左側の端部には、左ホルダーフランジ 312 が設けられている。左ホルダーフランジ 312 の周面は、ギヤ歯（以下、フランジ側ギヤ歯）になっている。そして、回転駆動源 351 の出力軸には、フランジ側ギヤ歯に噛み合うギヤ歯を持つ駆動ギヤ 352 が連結されている。回転駆動源 351 が駆動されると、駆動ギヤ 352 を介して主ホルダー 31 が基準軸 A の周りに回転する。この結果、各ターゲット 30 及び方向規制具 391 も、一体に基準軸 A の周りに回転する。尚、主ホルダー 31 は、ユニット取付枠 6 によって保持されている。ユニット取付枠 6 と主ホルダー 31 の間には、ベアリング 7 が設けられており、上記主ホルダー 31 の回転を許容するようになっている。

【0046】上記のような回転によって、前述した磁気異方性を確保しつつ、均一な厚さで成膜が行える。即ち、ターゲット 30 及び方向規制具 391 が回転しない場合、前述した選択方向 D_s に沿って飛行するスパッタ粒子の入射箇所は局所的なものであるが、ターゲット 30 及び方向規制具 391 が一体に回転する結果、入射箇所が周方向に広がり、周方向に均一な厚さで成膜が行える。

【0047】径方向での膜厚の均一性には、確保する磁気異方性との関連から、慎重な検討が必要である。図 4 において、基板 9 の径方向における各貫通孔 393 の幅（図 4 中 W_1 で示す）を大きくすると、径方向での膜厚を均一化するのには有効である。しかしながら、 W_1 を大きくすると、径方向に方向成分を持つスパッタ粒子が多く基板 9 の表面に入射することになり、磁気異方性が低下する恐れがある。

【0048】磁気異方性を低下させることなく径方向での膜厚を均一化させるには、各貫通孔 393 から基板 9 の表面までの距離（図 4 中 L_1 で示す）を大きくすることが効果的である。この距離 L_1 は、径方向での貫通孔 393 の離間間隔にも関連する。離間間隔が小さい場合、距離 L_1 をそれほど大きくしなくても、径方向の膜厚を均一化できる。離間間隔が大きい場合、それに応じて距離 L_1 も大きくする必要がある。別な言い方をすれば、方向規制具 391 の限られた径方向のスペースにおいて貫通孔 393 の数を多くすることが径方向の膜厚の均一化には効果的である。ターゲット 30 及び方向規制具 391 が回転するので、各貫通孔 393 は、径方向の同一直線上にある必要はない。

【0049】また、各貫通孔 393 の長さ（図 4 に L_2 で示す）を長くすると、選択方向に飛行するスパッタ粒子が選択される度合いが高くなるので、磁気異方性を高くする意味では効果的である。但し、 L_2 があまり長くなると、各貫通孔 393 を通過できるスパッタ粒子の数

の減少により、成膜速度があまりにも低下することがあり得る。これらの点を考慮して、 L_2 を適宜決定する。

【0050】尚、各貫通孔 393 の接線方向の幅（図 4 に W_2 で示す）は、 W_1 に比べて少し長くなっている。即ち、各貫通孔 393 の断面形状は円ではなく楕円になっている。これは、径方向の方向成分を持つスパッタ粒子よりも接線方向の方向成分をスパッタ粒子をより多く入射させるためである。

【0051】また、径方向の膜厚の均一化には、回転中心からの距離の違いも考慮する必要がある。以下、この点について図 4 及び図 7 を使用して説明する。図 7 は、方向規制具 391 の平面概略図である。

【0052】図 4 において、基板 9 の表面の点のうち、中心に近い点を P_1 とし、中心から遠い点を P_2 とする。また、 P_1 に入射するスパッタ粒子が通過する貫通孔 393 を H_1 とし、 P_2 に入射するスパッタ粒子が通過する貫通孔 393 を H_2 とする。ターゲット 30 と方向規制具 391 とが一回転する間、 P_1 から見た H_1 の移動速度は、 P_2 から見た H_2 の移動速度に比べて遅い。従って、各貫通孔 393 が径方向に均一に分布していると、径方向の位置の違いによる線速度の違いから、径方向の膜厚分布が不均一になる。つまり、中心に近いほど膜厚が厚くなり、遠いほど薄くなる。

【0053】そこで、本実施形態では、図 7 に示すように、貫通孔 393 の分布は、中心に近いほどばらばらであり、中心から遠ざかるにつれて密集しているような分布になっている。言い換えると、円周方向にたどった際の貫通孔 393 の数は、中心に近い場所では少なく、中心から遠い場所では多くなるようにしている。即ち、図 7 に示すように、中心からの半径を r_1 、 r_2 、 r_3 とし（ $r_1 < r_2 < r_3$ ）、半径 r_1 の円周上における貫通孔 393 の数を n_1 、半径 r_2 の円周上における貫通孔 393 の数を n_2 、半径 r_3 の円周上における貫通孔 393 の数を n_3 としたとき、 $n_1 < n_2 < n_3$ となるようにする。より一般化して言えば、半径 r の大きさとその半径 r の円周上における貫通孔 393 の数 n とが比例関係になるようにする。このような貫通孔 393 の分布のため、前述した径方向の位置の違いによる線速度の違いを補正して径方向で膜厚を均一にできる。

【0054】また、仕切板 392 は、ターゲット 30 の相互汚染を防止する技術的意義がある。即ち、仕切板 392 が無いと、ターゲット 30 の相互汚染の問題が生ずる。即ち、あるターゲット 30 から放出されたスパッタ粒子が他のターゲット 30 に付着することがある。付着した他のターゲット 30 からのスパッタ粒子は、再スパッタされて放出されるものの、各ターゲット 30 が異種の材料で形成されている場合、ターゲット 30 からそのターゲット 30 の本来の材料ではないものが放出されることになる。このようなことがあると、作成される薄膜の成分の分布を十分に制御することが難しくなり、不均

一な成分分布の薄膜が出来やすい。本実施形態では、仕切板 392 があるため、あるターゲット 30 から放出されたスパッタ粒子が他のターゲット 30 に付着することが抑制されている。従って、上述したような相互汚染が防止される。

【0055】次に、再び図 2 及び図 6 を使用して、本実施形態におけるカソードユニット 3 の他の構成について説明する。図 2 及び図 6 に示すように、カソード取付枠 32 内には、磁石機構 5 が設けられている。磁石機構 5 は、各ターゲット 30 の背後にそれぞれ設けられている。磁石機構 5 は、中央磁石 51 と、中央磁石 51 を取り囲む円筒状の周辺磁石 52 と、中央磁石 51 と周辺磁石 52 とをつなぐヨーク 53 とから主に構成されている。中央磁石 51 と周辺磁石 52 による磁力線 50 は、図 6 に示すように、ターゲット 30 を貫き、ターゲット 30 の前方の放電空間に弧状に形成される。ターゲット 30 と磁力線 50 とによって形成される閉空間内に電子がマグネトロン運動しながら閉じこめられ、高効率のマグネトロン放電が達成される。

【0056】ヨーク 53 は、ターゲット 30 より少し小さい円盤状であり、垂直に立てて設けられている。中央磁石 51 は例えば円柱状で、周辺磁石 52 は例えば円環状である。ターゲット 30 の中心軸とヨーク 53 の中心軸は同軸であるが、中央磁石 51 や周辺磁石 52 の配置や形状は、ターゲット 30 の中心軸に対して非対称の形状になっている。即ち、磁石機構 5 によって形成される磁界は、ターゲット 30 の中心軸に対して非対称となっている。これは、後述するように磁石機構 5 が回転した際、ターゲット 30 の表面における時間平均した磁界強度が均一になるようにするためである。

【0057】また、各磁石機構 5 をターゲット 30 の中心軸と同軸の回転軸の周りに回転させる補助回転機構が設けられている。補助回転機構は、前述した回転機構の回転動力により各磁石機構 5 を回転させるものとなっている。具体的に説明すると、補助回転機構は、各磁石機構 5 に設けられた従動ギヤ 361 と、回転機構の回転動力を各磁石機構 5 の回転動力に変換する静止ギヤ 362 とから主に構成されている。従動ギヤ 361 は、ヨーク 53 の下面に固定されている。従動ギヤ 361 は、ターゲット 30 の中心軸と同軸である。従動ギヤ 361 の中心から水平に延びるようにして軸棒 363 が固定されている。この軸棒 363 は、ベアリング 7 を介してカソード取付枠 32 に保持されている。

【0058】一方、前述した回転機構の回転駆動源 351 は、ベース板 300 に取り付けられている。ベース板 300 は、垂直な姿勢で設けられている。ベース板 300 には、スピンドルが挿通されているスピンドル用開口が設けられている。そして、スピンドル用開口の縁から水平に延びるようにして、ギヤホルダー 360 が設けられている。ギヤホルダー 360 は、基準軸 A と同軸のほ

ぼ円筒状である。静止ギヤ 362 は、ギヤホルダー 360 の先端に固定されている。静止ギヤ 362 のギア歯は、基準軸 A と同軸であり、基準軸 A に対して外側に向いている。そして、図 6 に示すように、静止ギヤ 362 は各従動ギヤ 361 に噛み合っている。静止ギヤ 362 と各従動ギヤ 361 の位置関係及び噛み合いが、図 6 に併せて示されている。

【0059】図 6 から解るように、各磁石機構 5 は、軸棒 363 を介してカソード取付枠 32 に連結されているので、回転駆動源 351 によって主ホルダー 31 が回転し、各ターゲット 30 が基準軸 A の周りに回転する際、各磁石機構 5 や各従動ギヤ 361 も一体に基準軸 A の周りに回転する（以下、この基準軸 A 周りの回転を公転と呼ぶ）。従動ギヤ 361 は基準軸 A よりの方所で静止ギヤ 362 に噛み合っているため、上記公転の際、従動ギヤ 361 は、ターゲット 30 と同軸の中心軸の周りに回転する（以下、この回転を自転と呼ぶ）。従動ギヤ 361 の自転に伴い、磁石機構 5 も一体に自転する。結局、磁石機構 5 は、基準軸 A の周りの公転と、ターゲット 30 の中心軸の周りの自転とを同時に行うことになる。尚、ギヤホルダー 360 とユニット取付枠 6 の間には、ベアリング 7 が設けられている。

【0060】一方、主ホルダー 31 の中央を貫くようにしてスピンドル 37 が設けられている。スピンドル 37 は、先端部分で空洞形成板 33 やバックアッププレート 34 等を保持している。スピンドル 37 は、右側の部分が円柱状であり、左側の部分がほぼ同径の円筒状となっている。

【0061】スピンドル 37 の右側の円柱状の部分（以下、円柱部）には、空洞 330 内に冷媒を導入する冷媒導入路 371 が設けられている。冷媒導入路 371 は、途中から三つに分岐しており、この分岐した先が、各ターゲット 30 の背後の空洞 330 につながっている。また、円柱部には、各空洞 330 から冷媒を排出する冷媒排出路 372 が設けられている。冷媒排出路 372 は、図 6 からは明らかなでないが、各空洞 330 のそれぞれに三つ設けられている。

【0062】スピンドル 37 の左側の円筒状の部分（以下、円筒部）内には、冷媒導入路 371 につながる冷媒導入管 373 と、冷媒排出路 372 につながる冷媒排出管 374 が設けられている。図 6 では一つしか描かれていないが、冷媒排出管 374 は、各冷媒排出路 372 のそれぞれに設けられている。

【0063】また、スピンドル 37 の円柱部及び円筒部を貫くようにして給電ロッド 381 が設けられている。給電ロッド 381 は、各ターゲット 30 にスパッタ放電用の電力を供給するものである。図 6 では一つの給電ロッド 381 しか描かれていないが、実際には三つの給電ロッド 381 が設けられている。図 6 に示すように、給電ロッド 381 の先端は、空洞形成板 33 に接触してい

る。空洞形成板 33 やバックングプレート 34 は、ステンレスや銅のような金属であり、空洞形成板 33 及びバックングプレート 34 を介してターゲット 30 に給電されるようになっている。尚、給電ロッド 381 とスピンドル 37 との間、及び、空洞形成板 33 やバックングプレート 34 とスピンドル 37 との間には、不図示の絶縁材が設けられている。このため、給電ロッド 381 が供給する電力がスピンドル 37 側に漏れないようになっている。

【0064】前述した公転に伴い、スピンドル 37 も基準軸 A の周りに公転する。スピンドル 37 の公転に拘わらず、電力供給や冷媒の流通ができるよう、スリップリング 382 及びロータリージョイント 375 が設けられている。図 6 に示すように、スリップリング 382 は、スピンドル 37 の左側の端部を取り囲むよう設けられている。スリップリング 382 には、ケーブルによって各給電ロッド 381 が結線されている。そして、スリップリング 382 には、各ターゲット 30 に対応してそれぞれ設けられた三つのスパッタ電源 4 が接続されている。スリップリング 382 は、回転する円筒体の外側面に板バネ状の部材を接触させて導通を確保するものである。ここに使用するスリップリング 382 としては、例えばグローブテック社製の「 $\phi 150-60 \quad 3ch \quad S \quad R$ 」等が挙げられる。

【0065】また、ロータリージョイント 375 は、スピンドル 37 の左側の端部に接続されている。ロータリージョイント 375 には、冷媒導入管 373 につながる冷媒導入口 376 と、冷媒排出管 374 にそれぞれつながる三つの冷媒排出口 377 が設けられている。ロータリージョイントは、スピンドル 37 の回転に拘わらず、冷媒導入管 373 と冷媒導入口 376 との連通、及び、各冷媒排出管 374 と各冷媒排出口 377 との連通を確保するようになっている。このようなロータリージョイント 375 としては、例えば光洋油圧社製のロータリージョイント 375 KT-4-02-1W が使用できる。

【0066】上記ロータリージョイント 375 の冷媒導入口 376 と各冷媒排出口 377 は、図 6 に示すように、配管 378 及びサーキュレータ 379 を介してつながっている。サーキュレータ 379 により所定の温度に維持された冷媒は、冷媒導入口 376、冷媒導入管 373 及び各冷媒導入路 371 を経由して各空洞 330 に導入される。そして、冷媒は、各空洞 330 から、各冷媒排出路 372、各冷媒排出管 374 及び各冷媒排出口 377 を経てサーキュレータ 379 に戻る。

【0067】尚、上述した三つの給電ロッド 381、スリップリング 382 及び三つのスパッタ電源 4 は、ターゲット 30 にスパッタ放電用の電力を供給する電力供給系を構成している。そして、各スパッタ電源 4 は、独立して出力電圧を調整できるようになっており、ターゲット 30 に供給される電力が独立して制御されるようにな

っている。

【0068】上記カソードユニット 3 の構造において、スパッタチャンバー 1 内で維持される真空のリークがないよう、Oリングのような封止部材が必要な箇所に設けられている。特に、本実施形態では、ユニット取付枠 6 と主ホルダー 31 との間に、磁性流体シール 61 を用いている。磁性流体シール 61 は、磁性流体を使用した封止部材であり、主ホルダー 31 の回転を許容しつつ、主ホルダー 31 とユニット取付枠 6 との間の空間からのリークを防止している。

【0069】次に、上記磁性膜作成チャンバー 1 以外の装置の構成について説明する。図 1 に示す下地膜作成チャンバー 85 は、上述した磁性膜作成チャンバー 1 と同様に、スパッタリングにより成膜を行うチャンバーである。下地膜には、Cr 又は Cr 合金等が用いられるので、ターゲット 30 はこのような材料からなる。下地膜作成チャンバー 85 内の構成としては、基板 9 とターゲット 30 が静止して向き合う通常の静止対向型の構成でも良いし、前述したように、ターゲット 30 が回転する構成でも良い。また、同様の方向規制具 391 を使用して成膜を行う場合もある。図 5 に示すような微小な凹凸が表面に形成された下地膜に上に磁性膜が作成されると、それだけでも磁性膜に磁気異性が与えられる場合があるからである。そして、磁性膜についても同様に方向規制具 391 を使用すると、さらに磁気異性が高く得られるものと考えられる。

【0070】プリヒートチャンバー 83 は、成膜に先だって基板 9 を所定温度まで加熱するチャンバーである。成膜の際の維持すべき基板 9 の温度は室温以上であることが多く、下地膜作成チャンバー 84 等に到達した際に基板 9 が所定の高温になっているよう、プリヒートチャンバー 83 で基板 9 が加熱される。また、加熱の別の目的は、脱ガス即ち吸蔵ガスの放出である。

【0071】保護膜作成チャンバー 86 は、前述した DLC 膜を保護膜として作成するものである。保護膜作成チャンバー 86 は、プラズマ CVD 又はスパッタリングにより DLC 膜を作成するよう構成される。プラズマ CVD による場合、 CH_4 等の有機系のガスを導入し、高周波放電によりプラズマを形成するよう構成される。プラズマ中でガスの分解が生じて炭素が生成され、基板 9 の表面にカーボン膜が堆積する。この際、基板 9 の温度をある程度的高温にすると、膜が DLC 膜として成長する。また、スパッタリングにより DLC 膜を作成する場合、カーボン製のターゲット 30 を使用する。その他、処理チャンバー 86 は、必要に応じて、保護膜の上に潤滑層を形成する潤滑層形成チャンバー等として構成される。

【0072】次に、方法の発明の説明を兼ねて本実施形態の装置の動作について説明する。まず、ロードロックチャンバー 1 内で未処理の基板 9 が最初のキャリア 2 に

搭載される。このキャリア 2 はプリヒートチャンバー 83 に移動して、基板 9 がプリヒートされる。この際、次のキャリア 2 への未処理の基板 9 の搭載動作が行われる。1 タクトタイムが経過すると、キャリア 2 は下地膜作成チャンバー 84 に移動し、基板 9 に下地膜が作成される。この際、次のキャリア 2 はプリヒートチャンバー 83 に移動し、基板 9 がプリヒートされ、ロードロックチャンバー 1 内でさらに次のキャリア 2 への基板 9 の搭載動作が行われる。

【0073】このようにして、1 タクトタイム毎にキャリア 2 が移動し、プリヒート、下地膜の作成、磁性膜の作成、保護膜の作成の順で処理が行われる。そして、保護膜の作成の後、キャリア 2 はアンロードロックチャンバー 2 に達し、このキャリア 2 から処理済みの基板 9 の回収動作が行われる。尚、本実施形態では、下地膜作成チャンバー 84 は二つ設けられている。従って、最初の下地膜作成チャンバー 84 で半分の厚さの成膜を行い、次に下地膜作成チャンバー 84 で残りの半分の厚さの成膜を行う。この点は、磁性膜作成チャンバー 1 や保護膜作成チャンバー 86 でも同じである。

【0074】上記実施形態では、断面楕円形の貫通孔 393 を多数設けた構成の方向規制具 391 を使用したが、スリット状又はスロット状の貫通孔を設けた構成の方向規制具 391 を使用する場合もある。また、方形、多角形、円形、星形その他の断面形状の貫通孔を多数設けた構成の方向規制具 391 を使用する場合もある。さらに、磁気異方性は、周方向の保磁力を高くする場合が一般的であるが、径方向の保持力を高くするようにしても良い。尚、上記実施形態では、固定された基板 9 に対してターゲット 30 及び方向規制具 391 を一体に回転させたが、固定されたターゲット 30 及び方向規制具 391 に対して、基板 9 が回転する場合でも同様の効果が得られる。

【0075】また、上記実施形態では、磁気記録ディスクとして専らハードディスクを採り上げたが、フレキシブルディスクや ZIP ディスクのような他の磁気記録ディスクでもよい。また、光磁気ディスク (MO ディスク) のような磁気的作用とともに磁気以外の作用を利用する記録ディスクについても、本願発明を利用することができる。さらに、磁性膜作成方法や装置の発明については、磁気記録ディスクの用途の他、MRAM (Magnetic Random Access Memory) のような磁気的作用を使用した半導体メモリ等の製造用とすることができる。

【0076】尚、前述したように、本願発明の方法によれば、テクスチャを形成することなしに高い磁気異方性が得られるが、本願発明は、テクスチャの形成を排除するものではない。テクスチャが形成されている状態で本願発明のようにスパッタ粒子の方向規制を行いながら成

膜を行うと、さらに磁気異方性が高く得られる。

【0077】

【発明の効果】以上説明した通り、本願の請求項 1 又は 3 記載の発明によれば、テクスチャ無しの場合でも高い磁気異方性が得られる。このため、熱ゆらぎの問題を解決しつつスペーシングの低減による高記録密度化が可能となる。また、請求項 2 又は 4 記載の発明によれば、選択方向に飛行するスパッタ粒子を選択的に多く基板に入射させて作成した下地膜の上に磁性膜が作成されるので、さらに高い磁気異方性が得られる。また、請求項 6 記載の発明によれば、上記効果に加え、周方向の膜厚分布が均一になる効果が得られる。また、請求項 7 記載の発明によれば、上記効果に加え、径方向の膜厚分布が均一になる効果が得られる。また、請求項 9 記載の発明によれば、上記効果に加え、周方向の磁気異方性を高くする効果がさらに高く得られる。また、請求項 11 又は 12 記載の発明によれば、上記効果を得ながら、磁気記録ディスクを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本願発明の実施形態に係る磁性膜作成装置の概略構成を示す平面図である。

【図 2】図 2 は、磁性膜作成チャンバー 1 の構成を説明する側面断面概略図である。

【図 3】図 3 は、仕切板 392 及び方向規制具 391 の斜視概略図である。

【図 4】方向規制具 391 が有する貫通孔 393 の構成について説明する斜視模式図である。

【図 5】方向規制具 391 の作用について説明する側面図である。

【図 6】図 2 に示すカソードユニット 3 の詳細を示す断面図である。

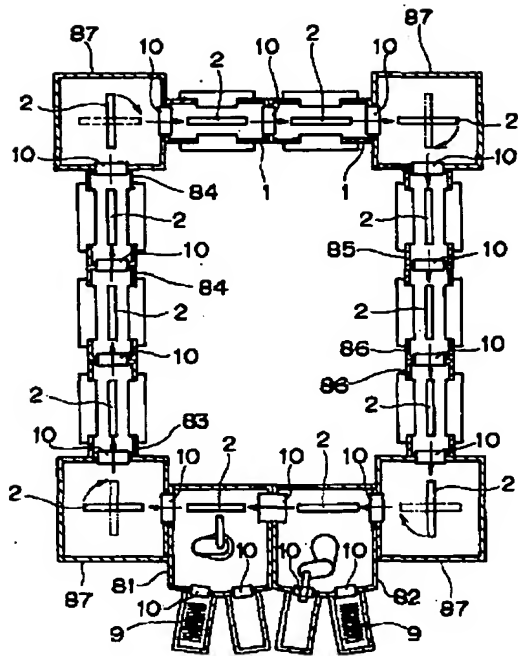
【図 7】方向規制具 391 の平面概略図である。

【図 8】従来の技術の課題について説明する図である。

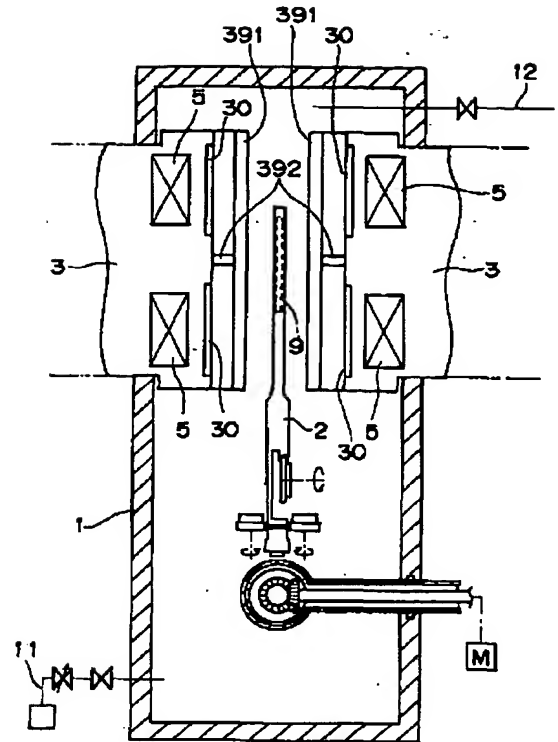
【符号の説明】

- 1 磁性膜作成チャンバー
- 11 排気系
- 12 ガス導入系
- 2 キャリア
- 3 カソードユニット
- 30 ターゲット
- 351 回転駆動源
- 391 方向規制具
- 392 仕切板
- 393 貫通孔
- 4 スパッタ電源
- 5 磁石機構
- 9 基板

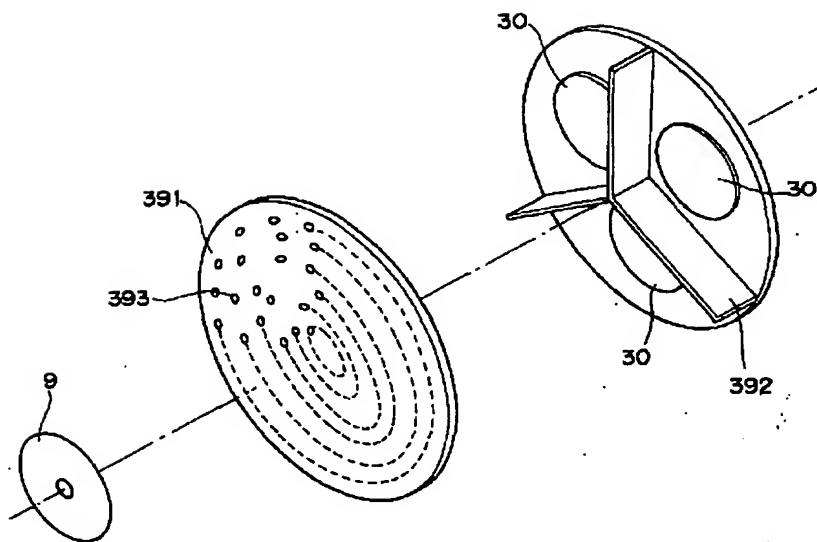
【図 1】



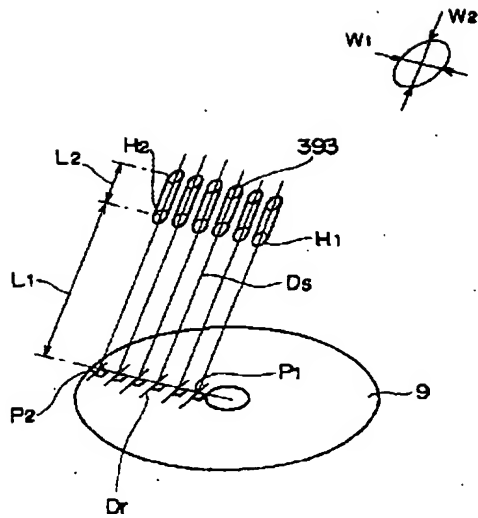
【図 2】



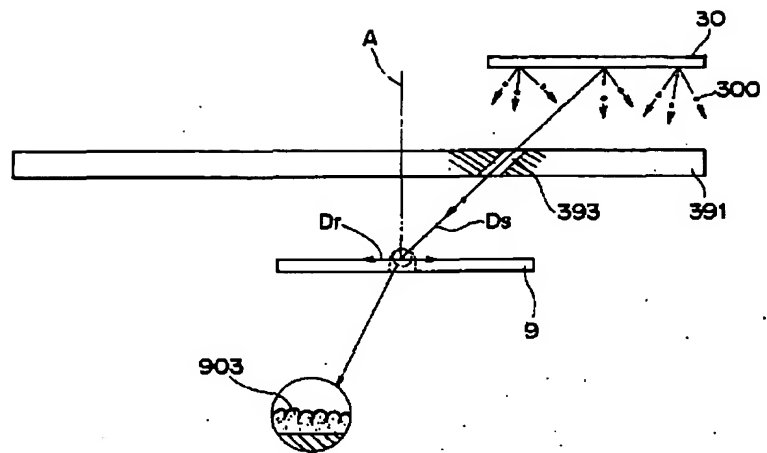
【図 3】



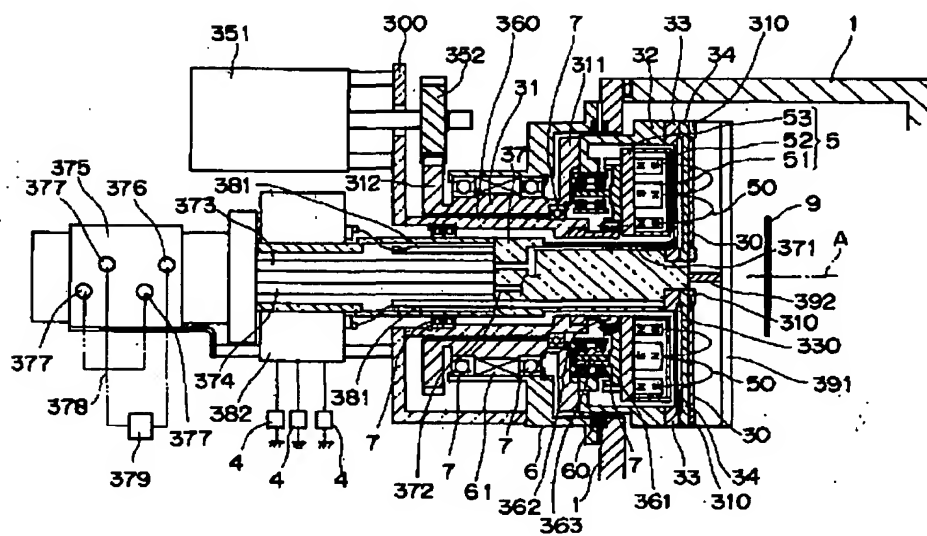
【図 4】



【図 5】



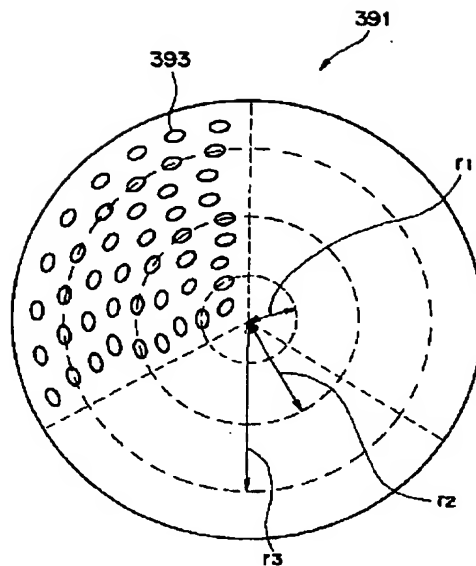
【図 6】



【図 8】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 直樹
東京都府中市四谷5丁目8番1号アネルバ
株式会社内

Fターム(参考) 4K029 AA24 BA07 BA24 BB02 BC06
BD11 CA05 CA15 DA12 DC01
EA07 JA02
5D112 AA03 AA05 FA04 FB21 FB24